

特開平7-220692

(43)公開日 平成7年(1995)8月18日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 K 1/32		B 9172-5E		
H 0 1 J 5/02		A		
61/30		R		
		A		
61/35		A		

審査請求 未請求 請求項の数8 O L (全 7 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号	特願平6-9839	(71)出願人	000003757 東芝ライテック株式会社 東京都品川区東品川四丁目3番1号
(22)出願日	平成6年(1994)1月31日	(72)発明者	川勝 晃 東京都品川区東品川四丁目3番1号 東芝 ライテック株式会社内
		(74)代理人	弁理士 大胡 典夫

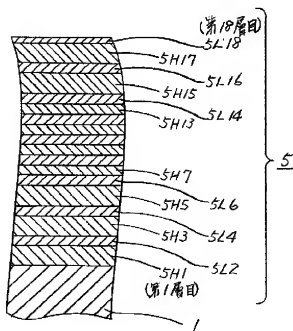
(54)【発明の名称】 管球およびハロゲン電球ならびに照明装置

(57)【要約】

【目的】 種々の材質のガラスバルブに、多層化しても被膜の剥離やクラックの発生のない光干渉膜を形成した管球およびこの管球を装着した照明装置を提供することを目的とする。

【構成】 内部に発光源を封装したガラスバルブ1の表面に高屈折率を示す第一の金属酸化物膜5H…と低屈折率を示す第二の金属酸化物膜5L…とを交互に積層した多層光干渉膜5を具備し、上記第一の金属酸化物膜がガラスバルブに最も近い側および光干渉膜の最外側に近い側の光学膜厚が $\lambda/2$ 、残りの第一の金属酸化物膜が $\lambda/4$ で、第二の金属酸化物膜の光学膜厚が $\lambda/4$ である電球または放電ランプからなる管球Lおよびこの管球を装着した照明装置である。

【効果】 多層化しても光干渉膜(可視光透過赤外線反射膜)にクラックや剥離の発生がなく、石英ガラスともちろん比較的融点の低い硬質や軟質のガラスバルブにも成膜でき、発光効率の向上がはかれる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 内部に発光源を封装したガラスバルブと；このガラスバルブの表面に高屈折率を示す第一の金属酸化物膜と低屈折率を示す第二の金属酸化物膜とを交互に積層して形成した多層光干渉膜と；を具備した管球において、上記第一の金属酸化物膜はガラスバルブに最も近い側および光干渉膜の最外側に近い側の光学膜厚が $\lambda/2$ 、残りの第一の金属酸化物膜が $\lambda/4$ で、第二の金属酸化物膜の光学膜厚が $\lambda/4$ であることを特徴とする管球。

【請求項2】 上記多層光干渉膜の最外層の光学膜厚が $\lambda/8$ であることを特徴とする請求項1に記載の管球。

【請求項3】 上記バルブの材質が硬質ガラス、軟質ガラスまたは石英ガラスであることを特徴とする請求項1に記載の管球。

【請求項4】 上記バルブが円筒状であることを特徴とする請求項1に記載の管球。

【請求項5】 上記バルブが円筒状であることを特徴とする請求項1に記載の管球。

【請求項6】 上記管球が電球または放電ランプであることを特徴とする請求項1ないし請求項5のいずれかの項に記載の管球。

【請求項7】 内部にコイル状のフィラメントと不活性ガスおよびハロゲンを封装したガラスバルブと；このガラスバルブの表面に高屈折率を示す第一の金属酸化物膜と低屈折率を示す第二の金属酸化物膜とを交互に積層して形成した多層光干渉膜と；を具備したハロゲン電球において、上記第一の金属酸化物膜はガラスバルブに最も近い側および光干渉膜の最外側に近い側の光学膜厚が $\lambda/2$ 、残りの第一の金属酸化物膜が $\lambda/4$ で、第二の金属酸化物膜の光学膜厚が $\lambda/4$ であることを特徴とするハロゲン電球。

【請求項8】 上記請求項1ないし請求項6のいずれかの項に記載の管球または請求項7に記載のハロゲン電球が器具または灯体に装着されていることを特徴とする照明装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明はハロゲン電球などのガラスバルブの表面に、可視光透過赤外線反射作用を有する多層光干渉膜を形成した管球に関する。

【0002】

【従来の技術】 省エネルギーの一環として管球分野においても種々の対応がなされており、たとえばハロゲン電球においてはバルブの表面に可視光透過赤外線反射作用を有する多層光干渉膜を形成することによって、フィラメントから放射した可視光はバルブを透過させるとともに、赤外線はこの光干渉膜で反射してフィラメントに帰還させ、これによってフィラメントを加熱して発光効率を高めるようにすることが知られている。

【0003】 このような可視光透過赤外線反射作用を有する光干渉膜としては、高屈折率を示すたとえば酸化チタン(TiO_2)膜と低屈折率を示すたとえば酸化けい素(SiO_2)膜とを交互に積層して多層化し、層数や層の厚さを適宜選ぶことにより光の干渉を利用して、所望の波長域の光を選択的に透過および反射させるものである。

【0004】 この電球においては、膜の層数が多いほど赤外線の反射率を高くすることができ省電力の効果も大きい。

【0005】 一般的にはこの可視光透過赤外線反射作用を有する光干渉膜は、いわゆる $\lambda/4$ の光干渉膜でその波長 λ を電球フィラメントの赤外線放射エネルギーのピーク波長(1μ 近傍)に合わせたものであり、同一膜厚のものを形成していく場合には成膜作業も容易で多く採用されている。

【0006】 しかし、昨今のエネルギー事情に鑑み、さらなる省エネルギー化とともに電球の高効率化が要望され、光干渉膜の材質、膜層数、各層の膜厚や形成方法を選ぶことによって、さらに高い品質の電球が得られるようになってきた。また、この光干渉膜の形成方法としては、コスト事情などから浸漬方式が多く採用されてきている。

【0007】 この浸漬方式では、たとえばテトラソプロピルチタネートなどの有機チタン化合物をアセチルアセトン、ポリエチレンジリコールに反応させエタノール系の溶剤に溶かしたチタン溶液と、エチルシリケート重合体などの有機けい素化合物を同様にしてけい素溶液としたものを使用して多層膜を形成していた。

【0008】 しかし、このような多層膜は層数が増えるお互いの材料の熱膨張率差による歪みにより被膜にクラックや層間に剥離などを生じ、上記溶液をハロゲン電球に塗布して多層の被膜を形成する場合14層程度が限度であった。

【0009】 すなわち、図6は従来の可視光透過赤外線反射膜を模式的に示し、バルブ1(ガラス)の外表面側から奇数層目には高屈折率を示す第一の金属酸化膜たとえば酸化チタン(TiO_2)膜が、偶数層目には低屈折率を示す第二の金属酸化膜たとえば酸化けい素(SiO_2)膜が交互に浸漬方式により重層形成されたものである。これら各膜の光学膜厚は、バルブ1の表面の第1層目ないし第13層目の奇数層目の高屈折率層をなす酸化チタン(TiO_2)膜5H11~5H13が $\lambda/4$ で、また、第2層目および第4層目の低屈折率層をなす酸化けい素(SiO_2)膜5L2および5L4が $\lambda/2$ で、第6層目ないし第12層目の偶数層目の低屈折率層をなす酸化けい素(SiO_2)膜5L6~5L12が $\lambda/2$ で、第14層目の最外層の低屈折率層をなす酸化けい素(SiO_2)膜5L14が $\lambda/8$ で形成してある。

【0010】 なお、バルブ1を形成する石英ガラスと高

屈折率層をなす第1層目の酸化チタン (TiO_2) 膜5 H 1との間には、石英ガラスと酸化チタン (TiO_2) 膜5 H 1との中間の熱膨張率を有する屈折率がバルブ1のガラスと近似した、光学膜厚が $\lambda/8$ の酸化けい素 (SiO_2) 膜を形成して、光干渉膜の光学特性を変化することなく熱膨張率差による歪みを緩和させたものもある。

【0011】上記浸漬による被膜形成で低屈折率層を構成する酸化けい素 (SiO_2) 膜5 L…は、一回の浸漬によって形成できる膜厚には限界があり、上記第2層目の被膜5 L 2および第4層目の被膜5 L 4の $\lambda/2$ 膜を作るには、 $\lambda/4$ 膜を2回重畳して形成することを要する。

【0012】しかし、この酸化けい素 (SiO_2) 膜は圧縮性の真性応力 (膜の形成方法に依存した膜の微細構造による応力) が強く (文献によれば40～60メガパスカル)、層数が多くなるにつれてその歪みが積み重ねられ、膜強度 (膜内界面) を越えたと膜中の欠陥部を起点にクラックが発生し、さらにクラックが浮き上がるようになって剥離が発生する。酸化けい素 (SiO_2) 膜5 L…の真性応力は、浸漬塗布回数に依存するため、重畳する被膜は14層程度が限界であり、さらに特性を向上するために層数を増やすということは困難であった。

【0013】また、硬質ガラスバルブや軟質ガラスバルブなどに可視光透過赤外線反射膜を形成する場合、バルブの融点が高いため塗布膜の焼成を400～600℃と低い温度で行わなければならない、酸化チタン (TiO_2) 膜5 Hの屈折率が2.0～2.12 (石英ガラスの場合は焼成温度が700～900℃で、屈折率が2.15～2.25となる。) と低くなってしまった。この屈折率の低下は、赤外線域 (800～1500 nm) でのカット率が下がって、透過のピークが高く幅広いなるため赤外線のカット率が低下する問題があった。

【0014】特に、回転槽円体などの複雑曲面形のバルブや、曲率が小さく異方性の大きい非円筒状のバルブでは、センター中心から多少ずれた部分を中心として被膜にクラックや剥離が発生し始め、円筒状のバルブより影響が大きい。

【0015】

【発明が解決しようとする課題】本発明は石英ガラスはもとより硬質ガラスや軟質ガラスからなるバルブにも、赤外線域でのカット率の低下および被膜の剥離やクラックの発生のない多層光干渉膜を形成した管球およびこの管球を装着した照明装置を提供することを目的とする。

【0016】

【課題を解決するための手段】本発明の請求項1に記載の管球は、内部に発光源を封入したガラスバルブと、このガラスバルブの表面に高屈折率を示す第一の金属酸化物膜と低屈折率を示す第二の金属酸化物膜とを交互に積

層して形成した多層光干渉膜とを具備した管球において、上記第一の金属酸化物膜がガラスバルブに最も近い側および光干渉膜の最外側に近い側の光学膜厚が $\lambda/2$ 、残りの第一の金属酸化物膜が $\lambda/4$ で、第二の金属酸化物膜の光学膜厚が $\lambda/4$ であることを特徴としている。

【0017】本発明の請求項2に記載の管球は、多層光干渉膜の最外層の光学膜厚が $\lambda/8$ であることを特徴としている。

【0018】本発明の請求項3に記載の管球は、バルブの材質が硬質ガラス、軟質ガラスまたは石英ガラスであることを特徴としている。

【0019】本発明の請求項4に記載の管球は、バルブが円筒状であることを特徴としている。

【0020】本発明の請求項5に記載の管球は、バルブが円筒状であることを特徴としている。

【0021】本発明の請求項6に記載の管球は、電球または放電ランプであることを特徴としている。

【0022】本発明の請求項7に記載のハロゲン電球は、内部にコイル状のフィラメントと不活性ガスおよびハロゲンを封入したガラスバルブと、このガラスバルブの表面に高屈折率を示す第一の金属酸化物膜と低屈折率を示す第二の金属酸化物膜とを交互に積層して形成した多層光干渉膜とを具備したハロゲン電球において、上記第一の金属酸化物膜はガラスバルブに最も近い側および光干渉膜の最外側に近い側の光学膜厚が $\lambda/2$ 、残りの第一の金属酸化物膜が $\lambda/4$ で、第二の金属酸化物膜の光学膜厚が $\lambda/4$ であることを特徴としている。

【0023】本発明の請求項8に記載の照明装置は、請求項6に記載の管球または請求項7に記載のハロゲン電球が器具または灯体に装着されていることを特徴としている。

【0024】

【作用】金属酸化物膜形成時の焼成温度が低くて屈折率が低下するが、剥離やクラックを生じさせることなく成膜層数を増やすことで、この層数の増加によって可視光の透過率および赤外線の反射率を高くして発光効率の向上ができる。

【0025】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面を参照して説明する。図1は管球たとえば自動車の前照灯に使用される定格が12V55Wのハロゲン電球Lを示す。図中1はアルミノシリケートガラスからなる外径が約16mmの球形形状をなすバルブで、このバルブ1の内部には発光源をなすコイル状のフィラメント2と臭素 (Br)、塩素 (Cl) よう素 (I) やふっ素 (F) などの少なくとも一種のハロゲンおよびアルゴン (Ar) などの不活性ガスが封入してある。このコイル状のフィラメント2は内部導線3a、3bに支持され、バルブ1の中心軸に沿って配設されている。なお、4は圧潰防止部、6は防止部

4に接合された取付位置調整フランジ6a付の口金である。

【0026】また、5はバルブ1の外表面上に形成された多層光干涉膜からなる可視光透過赤外線反射膜である。

【0027】この可視光透過赤外線反射膜5（以下、赤反膜と称する。）は図2に模式的に示すように、バルブ1（ガラス）の外表面側から奇数層目には高屈折率を示すたとえば酸化チタン（ TiO_2 ）からなる第一の金属酸化膜5H…が、偶数層目には低屈折率を示すたとえば酸化けい素（ SiO_2 ）からなる第二の金属酸化膜5L…が交互に浸漬方式により重層して全部でたとえば18層形成してある。

【0028】これら各膜の光学厚膜は、上記奇数層目の高屈折率層をなす酸化チタン（ TiO_2 ）膜5H1～5H17は、バルブ1の外表面の第1層目5H1ないし第5層目5H5、第15層目5H15および第17層目5H17が $\lambda/2$ 、第7層目5H7ないし第17層目5H17が $\lambda/4$ で、偶数層目の低屈折率層をなす酸化けい素（ SiO_2 ）膜5L2～5L16が $\lambda/4$ 、最外層の第18層目が $\lambda/8$ で形成してある。なお、波長 λ は1 μ 近傍であって、赤外線放射エネルギーのピーク波長にしている。

【0029】そして、上記のような赤反膜5を形成するには、まず、バルブ1内にフィラメント2を封装して排気し、ハロゲンおよび不活性ガスなどを封入した電球を用意する。また別途に、第一の金属酸化膜5H…を形成させるたとえばテトライソプロピルチタネートなどの有機チタン化合物をアセチルアセトン、ポリエチレングリコールに反応させエタノール系の溶剤に溶かしたチタン含有量が2～10重量%、粘度約2.0cpsに調整したチタン溶液と、第二の金属酸化膜5L…を形成させるたとえばエチルシリケート系化合物などの有機けい素化合物を有機溶剤に溶かし、けい素含有量が2～10重量%、粘度約1.0cpsに調整したけい素溶液とを用意する。

【0030】まず、上記電球のバルブ1を、恒温恒湿の雰囲気中で上記のチタン溶液中に浸漬して所定速度で引き上げ、乾燥後空気中約550℃（400～600℃）で約10分間焼成して第1層目の酸化チタン（ TiO_2 ）膜5H1からなる高屈折率層を形成する。（石英ガラスであれば700～900℃で焼成する。）つぎに、この第1層目の酸化チタン（ TiO_2 ）膜5H1を形成したバルブ1を恒温恒湿の雰囲気中で上記のけい素溶液中に浸漬して所定速度で引き上げ、乾燥後空気中約550℃（400～600℃）で約10分間焼成して第2層目の酸化けい素（ SiO_2 ）膜からなる低屈折率層5L2を形成する。

【0031】このようにして、酸化チタン（ TiO_2 ）膜5H…からなる高屈折率層と酸化けい素（ SiO_2 ）

膜5L…からなる低屈折率層とを交互に形成して18層（5H1, 5L2, …5H17, 5L18）を積層する。

【0032】上記浸漬による被膜形成では一回の浸漬によって形成できる膜厚には限界があり、 $\lambda/2$ 膜を作る上記高屈折率層を構成する酸化チタン（ TiO_2 ）膜の第1, 3, 5, 15, 17層目5H1, 5H3, 5H5, 5H15, 5H17は $\lambda/4$ 膜を2回重層形成することによって成される。

【0033】前述したように低屈折率層を構成する酸化けい素（ SiO_2 ）膜5L…は、強い圧縮性の真性応力を有し、 $\lambda/2$ 膜を作るに際し $\lambda/4$ 膜を2回重層形成すると被膜にクラックや剥離が発生し易かった。

【0034】これに対し本発明では、酸化けい素（ SiO_2 ）膜5L…の塗布回数を少なくして、かつ、浸漬方式による酸化チタン（ TiO_2 ）膜5H…の被膜形成は弱いながら（酸化けい素（ SiO_2 ）膜の1/10以下）酸化けい素（ SiO_2 ）膜5L…の逆の引張応力を有しているため、酸化チタン（ TiO_2 ）の塗布回数が多いほど膜全体の応力が緩和され均衡してクラックや剥離の発生がなく、層数を増加することができる。上記と同じ溶液を使用して酸化チタン（ TiO_2 ）膜の $\lambda/2$ を5回以上形成して18層の塗布も可能であった。

【0035】このような構成の電球Lを点灯すると、バルブ1の中心軸上に配設したフィラメント2は発熱して可視光とともに大量の赤外線を放射し、フィラメント2から放射した光のうち可視光はバルブ1および赤反膜5を透過してバルブ1外方へと放射される。また、フィラメント2から放射した赤外線は赤反膜5で反射されてフィラメント2に戻り、フィラメント2を加熱して発光をより高くし、この結果フィラメント2からの可視光放射が増して、発光効率が向上できた。

【0036】なお、上述したように可視光透過赤外線反射膜5を形成する場合にバルブ1を加熱して焼成するが、硬質ガラスバルブや軟質ガラスバルブなどはバルブ1の融点が高いため塗布膜の焼成を400～600℃と低い温度で行わなければならない。酸化チタン（ TiO_2 ）膜5Hの屈折率が2, 0～2, 112（石英ガラスの場合は焼成温度が700～900℃で、屈折率が2, 15～2, 25となる。）と低くなってしまっていた。このため、赤外線域（800～1500nm）でのカット率が下がり、透過のピークが高く幅広くなるため赤外線のカット率が低下する。

【0037】したがって、バルブ1に重層する被膜の層数を上述の従来と同じ14層とした場合は、従来品の電球より約10%ほど発光効率は低下したが、被膜層数を18層とすることによって剥離することなく強固な被膜で、かつ、発光効率は赤反膜5を形成しない電球に比べ従来被膜品が約25%の向上に対し、本発明被膜品は従来被膜品を上回る約34%の向上をみることができた。

【0038】つぎに、本発明品と従来品との光学特性を図3のグラフに示す。図3において横軸は波長（nm）、縦軸は光透過率（%）で、曲線Aは本発明品、曲線Bは従来品の光透過率・スペクトル特性をそれぞれ示す。

【0039】この図3から明らかなように、本発明の電球に適用した赤反射膜は可視光域では従来品とほぼ同じであるが、赤外線域において透過ピークの高くなるところがあり、分光分布ピーク約1000nm付近の透過率低下域が幅広く、かつ、大きいため、すなわち赤外線での反射率が高くなるので発光効率が向上できる。

【0040】また、赤反射膜5を上記全18層で構成する場合、上記高屈折率を示す酸化チタン（ TiO_2 ）5H…膜のうち光学膜厚を $n/2$ とする層は、上記実施例の場合バルブ1に近い側に3層、最外層側に近い側に2層の合計5層（3層と2層）を形成したが、本発明はこの層分布数に限らず、3層と1層、2層と2層、1層と1層など最低2層あればよい。なお、層数が多くなるとそれまでの応力が蓄積され膜の乱れが多くなって、最外層側に $n/2$ 層上に厚目の被膜を形成すると剥離が発生することがあるので、最外層側に形成する $n/2$ 層の数は少ない方がよい。

【0041】そして、上記ハロゲン電球Lは図4に示す照明装置すなわち前照灯の灯具を構成する、内面にアルミニウムなどの反射面7aを形成した反射鏡7に装着して使用される。なお、8は前面レンズである。

【0042】なお、本発明は上記実施例に限定されない。たとえば、上記の可視光透過赤外線反射膜を構成する高屈折率層と低屈折率層および $n/2$ 層の層数は上記実施例の全層数が18層および $n/2$ 層が上述したように5層に限定されるものではない。また、バルブ表面への可視光透過赤外線反射膜の形成は外表面側に限らず、内表面側でもあるいは内外の両表面であってもよい。

【0043】また、高屈折率を示す第一の金属酸化物膜の材料としては酸化チタン（ TiO_2 ）に限らず、酸化タンタル（ Ta_2O_5 ）、酸化ジルコニウム（ ZrO_2 ）、酸化亜鉛（ ZnS ）、酸化セリウム（ CeO_2 ）などでも、また、低屈折率を示す第二金属酸化物膜の材料としては酸化けい素（ SiO_2 ）に限らず、ふっ化マグネシウム（ MgF_2 ）、ふっ化セリウム（ CeF_4 ）、氷晶石（ Na_2AlF_6 ）などでもよい。

【0044】また、上記実施例ではバルブの外表面に直接に高屈折率を示す第一の金属酸化物膜（酸化チタン（ TiO_2 ））を形成したのについて説明したが、予めバルブの外表面にバルブを形成するガラスと酸化チタン（ TiO_2 ）との中間の熱膨張率を有する酸化けい素（ SiO_2 ）などからなる緩衝膜を形成しておき、この緩衝膜の表面上に光干渉膜を形成するようにしてもよく、この緩衝膜によって光干渉膜の剥離が防止される。

【0045】また、被膜の形成は浸漬方法に限らず、真

空蒸着、PVD、CVD、イオンプレーティングなどの方法によるものであってもよい。

【0046】さらに、バルブのガラス材質は硬質ガラスに限らず、所要の透光性と光屈折率と耐熱性を併有するものであれば他の硬質や石英ガラスあるいはソーダライムガラスなどの軟質のガラス材質であってもよい。

【0047】また、本発明は上記球形状のバルブ1を用いた電球Lに限らず、図5（a）に示すような円筒形状や（b）に示すようなシモン形状などの非円筒形状のバルブ1を用いた管球であってもよく、このような曲面を有するバルブ1への被膜の形成は溶液に浸漬したバルブ1の引上げ速度を曲面の形状に応じて変化させ膜厚を調整するようにしても差支えない。

【0048】さらにまた、本発明の管球はバルブの一端に封止部を形成した自動車用の前照灯に限らず、他の用途の投光用などのハロゲン電球やハロゲンを封入しない種類の電球あるいはメタルハライドランプなどの高圧放電ランプであってもよく、放電ランプの場合の発光源とは放電電極を指すものである。また、封止部がバルブの両端部に設けられる両口金形の管球であってもよい。

【0049】そして、この管球が装着して使用される照明装置は、実施例の自動車用の前照灯に限らず、光・熱反射膜やダイクロイック膜などの可視光反射赤外線透過膜が形成された反射鏡内や各種の照明器具であっても差支えない。

【0050】

【発明の効果】以上詳述したように本発明によれば、多層化しても光干渉膜（可視光透過赤外線反射膜）にクラックや剥離の発生がなく、石英ガラスはもちろん比較的融点の低い硬質や軟質のガラスバルブにも成膜でき、発光効率の向上がはかれた管球およびこの管球を装着した照明装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例を示す自動車前照灯用ハロゲン電球の正面図である。

【図2】図1の電球の可視光透過赤外線反射膜部分を示す拡大断面図である。

【図3】波長と光透過率との関係を示すグラフである。

【図4】本発明の実施例を示す前照灯用灯具の断面図である

【図5】（a）、（b）は本発明の他の実施例を示すハロゲン電球の正面図である。

【図6】従来品の可視光透過赤外線反射膜部分を示す拡大断面図である。

【符号の説明】

L：電球

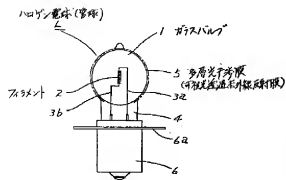
1：ガラスバルブ

2：コイル状のフィラメント（発光源）

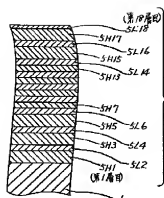
5：多層光干渉膜（可視光透過赤外線反射膜）

5H1～5H17：第一の金属酸化物膜（高屈折率層）

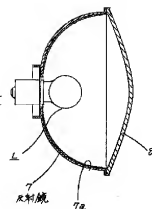
【図 1】



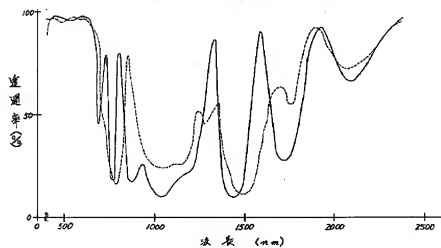
【図 2】



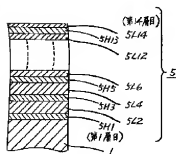
【図 4】



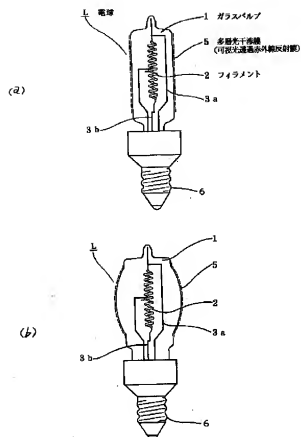
【図 3】



【図 6】



【図5】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. ⁶

H 0 1 J 61/40

H 0 1 K 1/28

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

9172-5E